

ляющих структур такие, как аномальная дисперсия, инверсия критических частот собственных волн, различные виды комплексных волн, комплексный резонанс и т.д.

Задачи анализа обеспечивают возможность исследования особенностей заданных (как правило, канонических) направляющих структур, в лучшем случае с целью улучшения характеристик этих структур в ограниченных пределах. Достигать предельных характеристик можно только на основе решения задач структурного синтеза. Для осуществления последнего необходимо разрабатывать аналитические методы расчета направляющих структур, в принципе, произвольных поперечных сечений. Лишь произвольная вариация их (сечений) параметров позволяет получать экстремальные (и в общем случае неожиданные) результаты.

Практически все поперечно-неоднородные направляющие структуры (за исключением нескольких канонических) описываются несамосопряженными краевыми задачами, что накладывает особые требования на аналитические методы исследования электродинамических структур, в частности, на возможность априорного определения спектра собственных значений, на поиск их на комплексных плоскостях волновых чисел.

В настоящем докладе даются постановки краевых задач исследования открытых и экранированных направляющих структур, в принципе, с произвольными поперечными сечениями: открытых диэлектрических волноводов с произвольной функцией распределения (по поперечному сечению) диэлектрической проницаемости и экранированных регулярных волноводов с произвольным диэлектрическим заполнением. Приводятся алгоритмы и программы расчета характеристик таких волноводов.

О МЕТОДАХ РАСЧЕТА НАПРАВЛЯЮЩИХ СТРУКТУР, ОПИСЫВАЕМЫХ НЕСАМОСОПРЯЖЕННЫМИ ОПЕРАТОРАМИ

В.В. Бирюков, Н.А. Новоселова, С.Б. Раевский

(Нижний Новгород, Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, physics@nntu.nnov.ru)

ON METHODS OF CALCULATION OF TRANSMISSION LINES DESCRIBED WITH NON-SELFCONJUGATED OPERATORS

V.V. Biryukov, N.A. Novoselova, S.B. Raevskii

Несмотря на тотальную компьютеризацию процессов проектирования функциональных устройств СВЧ, КВЧ и оптического диапазонов волн, использование предельно формализованных численных методов создание аналитических и численно-аналитических методов расчета электродинамических структур не теряет своей злободневности. Во всех теоретических исследованиях аналитичность подходов должна быть доведена до последнего предела, поскольку она дает обоснованность корректности математического моделирования исследуемых структур, априорность ожидаемых результатов, целенаправленность поиска решений. Получение хотя бы промежуточных аналитических результатов сокращает время численных исследований, позволяет конструировать программы синтеза, увеличивая их быстроедействие и эффективность.

В настоящем докладе предлагаются новые строгие методы исследования экранированных направляющих электродинамических структур, описываемых несамосопряженными краевыми задачами. На примере продольно-нерегулярного экранированного волновода демонстрируется переход от решения традиционных краевых электродинамических задач к системам интегро-дифференциальных уравнений.

Для расчета затухания в экранированных волноводах предлагается использование релятивистского метода, основанного на использовании преобразований Лоренца. Метод, являясь строгим и принципиально новым, дает в некоторых случаях неожиданные (по сравнению с традиционными) результаты.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ В РАСЧЕТАХ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТРУКТУР

Ю.А. Иларионов, Н.А. Новоселова

(Нижний Новгород, Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, physics@nntu.nnov.ru)

BESSEL FUNCTIONS IN CALCULATION OF WAVEGUIDE STRUCTURES

Yu.A. Ilarionov, N.A. Novoselova

Всё многообразие цилиндрических направляющих структур: круглые экранированные и открытые диэлектрические волноводы, спиральные линии, гофрированные и диафрагмированные волноводы, волоконные световоды, слоистые металл-диэлектрические волноводы, ферритовые цилиндрические волноводы, импедансные волноводы и волноводы с резистивными пленками описывается математическим аппаратом цилиндрических функций. Структуры с азимутальной симметрией описываются цилиндрическими функциями целого индекса, азимутально несимметричные – цилиндрическими функциями дробного индекса, структуры с волнами, бегущими в азимутальном направлении, описываются цилиндрическими функциями произвольного (в том числе комплексного) индекса. Для описания экранированных цилиндрических направляющих структур используются цилиндрические функции 1-го и 2-го рода, открытых – функции Ханкеля. Распространяющиеся и реактивно затухающие волны экранированных направляющих структур описываются цилиндрическими функциями действительного аргумента или чисто мнимого. Поверхностные волны могут описываться модифицированными функциями Бесселя и функциями Ханкеля мнимого аргумента. Все виды комплексных волн описываются цилиндрическими функциями комплексного аргумента, располагающегося в различных (в зависимости от вида комплексных волн) квадрантах плоскостей поперечных волновых чисел.

Многообразие цилиндрических направляющих структур и волн, направляемых ими, требует развития математического аппарата, ориентированного на проведение численных расчетов с использованием широкого спектра цилиндрических функций и их комбинаций. В докладе рассматриваются вопросы эффективного вычисления цилиндрических функций, получения для них рекуррентных соотношений и асимптотик, вопросы контроля точности решения трансцендентных уравнений, содержащих цилиндрические функции, и вычисления интегралов от комбинаций цилиндрических функций.

ШИРОКОПОЛОСНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ СТУПЕНЧАТЫЕ АТТЕНЮАТОРЫ

Н.И. Кузикова, А.В. Назаров, Г.И. Шишков, В.В. Щербakov

(Нижний Новгород, Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, physics@nntu.nnov.ru)

WIDEBAND COAXIAL STEP ATTENUATORS

N.I. Kuzikova, A.V. Nazarov, G.I. Shishkov, V.V. Scherbakov

В современных широкополосных ступенчатых аттенюаторах в качестве диссипативных элементов применяются ячейки-ослабители на основе тонкопленочных пластинчатых резисторов [1]. Ячейки-ослабители ступенчатых аттенюаторов практически представляют собой фиксированные аттенюаторы, выполненные в отрезках либо коаксиальных, либо полосковых линий передач.